Versuche

über die

Zuckerbestimmung im Harn

nach dem Verfahren von Dr. E. LENK.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

gesamten Medizin

verfasst und einer

hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Ludwig Schweiger

approb. Arzt aus Götteldorf.

München.

Hübschmann'sche Buchdruckerei, H. Schrödl, k. b. Hoflieferant.

1917.

Versuche

über die

Zuckerbestimmung im Harn

nach dem Verfahren von Dr. E. LENK.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

gesamten Medizin

verfasst und einer

hohen medizinischen Fakultät

der

Kgl. Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Ludwig Schweiger

approb. Arzt aus Götteldorf.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

München.

Hübschmann'sche Buchdruckerei, H. Schrödl, k. b. Hoflieferant.

1917.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität München.

Referent: Herr Professor **Dr. von Tappeiner.**

Seinem hochverehrten Chef

Herrn Ober- und Hof-Stabsarzt

Dr. Nobiling

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/A41552312_0070

Als Kohlehydrate bezeichnet man Verbindungen, die in der Natur weit verbreitet sind und neben Kohlenstoff noch Wasserstoff und Sauerstoff und zwar in dem Verhältnis der Zusammensetzung des Wassers enthalten, also doppelt soviel Wasserstoff als Sauerstoff.

Die Zuckerarten haben die allgemeine Formel $C_n H_{2n} O_n$. Man unterscheidet die einfachen Zucker als Monosaccharide von den zusammengesetzten Polysacchariden, die aus mehreren Zuckermolekülen bestehen. Letztere bezeichnet man je nach der Zahl der in ihnen enthaltenen Zuckermolekülen als Di- Tri-Polysaccharide.

Im menschlichen Urin kommen sowohl Monosaccharide — Traubenzucker, Fruchtzucker, Pentosen — als auch Disaccharide – Milchzucker — vielleicht auch gelegentlich kleine Mengen von Polysacchariden vor. Von physiologischem Interesse sind hauptsächlich die Monosaccharide und zwar Trauben- und Fruchtzucker (Dextrose—Laevulose).

Im normalen Harn finden sich minimale Mengen von Traubenzucker, die durch die klinischen Methoden nicht nachgewiesen werden können. Sind grössere, leicht nachweisbare Mengen von Traubenzucker im Urin, so liegt meist entweder eine alimentäre Glykosurie oder ein echter Diabetes melitus vor. Geringgradige und kurzdauernde Glykosurien kommen auch nach Kopftraumen, Drucksteigerung im Schädelinnern, bei Tumoren, Meningitis, sowie im Anschluss an epileptische Anfälle vor.

Ferner findet sich bei der Kohlenoxydvergiftung einige Tage lang eine mässige Glykosurie. Differential-diagnotische Bedeutung kann eine Glykosurie bei Tumoren der Nebenniere haben.

Aus all diesem ersehen wir, welch grosse Bedeutung dem Zuckernachweis im Harn zukommt und wie notwendig es ist, möglichst einfache, aber doch exakte Methoden sowohl zum qualitativen, wie quantitativen Zuckernachweis zu finden.

Eine annähernde prozentuale Schätzung des Zuckergehaltes kann man sich nach vielfältigen Erfahrungen, die an grossen Untersuchungsreihen gewonnen sind, erlauben, wenn die 24-stündige Gesamtmenge und deren spezifisches Gewicht bekannt sind. Harne, in denen Zucker in grösserer Menge vorkommt, zeigen nämlich meist eine Vermehrung der gesamten in 24 Stunden entleerten Menge und ein der Harnvermehrung nicht entsprechendes hohes spezifisches Gewicht. Findet man beispielsweise eine 24 stündige Harnausscheidung von 2—3 Litern und ein spez. Gewicht von 1025—1030, so kann man mit ziemlicher Bestimmtheit auf die Anwesenheit von Zucker schliessen. Zur schätzungsweisen Bestimmung von Zucker wurde von Naunyn folgende Tabelle aufgestellt:

Tagesmenge	Spez. Gewicht	Zuckergehalt
$1^1/_2$ L.	1030	1—2%
2 L.	1025	3—4%
3 L.	1030	über 5%
6—8 L.	1030	über 8%

Da es absolut sichere Farbenreaktionen für den Nachweis der Laevulose nicht gibt und sie sich von der Dextrose nur durch die Drehung der Polarisationsebene unterscheidet, wollen wir fernerhin nur von Dextrose sprechen.

Der qualitative und quantitative Nachweis von Traubenzucker gründet sich auf folgende Eigenschaften der Monosaccharide:

1. Direkte Gärungsfähigkeit, wobei sie unter dem Einfluss des Hefepilzes in Alkohol und Kohlensäure gespalten werden.
2. Leichte Oxydierbarkeit; sie reduzieren beim Erwärmen in alkalischer Lösung gewisse Metalloxyde

(wie Wismut-, Kupfer- und Quecksilberoxyd), eine Eigenschaft, durch welche sie leicht erkennbar sind.

3. Ihr Verhalten zu essigsaurem Phenylhydrazin, welches mit den wässrigen Lösungen jener erst Hydrazone und weiterhin Osazone gibt (die letzteren bilden kristallinische Verbindungen, welche je nach der Zuckerart sich durch Schmelzpunkt, Löslichkeit und optisches Verhalten von einander unterscheiden, somit zur Unterscheidung der einzelnen Zuckerarten dienen können).
4. Ihre Wirkung auf die Ebene des polarisierten Lichtstrahles, welche sie nach rechts oder links ablenken: Dextrose—Laevulose.
5. Ihre leichte Löslichkeit in Wasser, sowie Schwerlöslichkeit in Alkohol.

Alle diese Eigenschaften können zu Untersuchungen auf Zucker Verwendung finden und haben Anlass zu zahlreichen Modifikationen der Proben gegeben.

Ueber die gebräuchlichsten qualitativen Methoden wollen wir durch untenstehende Tabelle einen kurzen Ueberblick geben, während die quantitativen Nachweise ausführlicher behandelt werden sollen:

Tabelle der Glukose-Reaktionen:

Reaktion	chemischer Vorgang
1. Glukose wird durch Hefe vergoren	Bildung von Alkohol und Kohlensäure
2. Glukose gibt mit Wismutnitrat gekocht Schwarzfärbung (Böttger-Nylander)	Reduktion des Wismutnitrats zu metallischem Wismut
3. Glukose reduziert beim Kochen alkalische Kupferhydroxydlösung (Trommersche Probe)	Bildung von $\begin{matrix}Cu\\Cu\end{matrix}\!\!>\!O$
4. Glukose färbt sich beim Kochen mit Kalilauge oder Natronlauge gelb bis braun (Mooresche Probe)	Karamelisierung; Bildung von Huminsubstanzen

Reaktion	chemischer Vorgang
5. Glukose gibt mit essigsaurem Natrium und salzsaurem Phenylhydrazin im Wasserbad abgekocht einen gelben kristallisierten Niederschlag	Bildung von Glukosazon
6. Glukose dreht die Ebene des polarisierten Lichtstrahls nach rechts	— — — —

Die quantitativen Untersuchungen auf Zucker werden ausgeführt nach den Methoden der Colorimetrie, der Polarisation, der Vergärung und der Titration.

Colorimetrische Methode:

Zuerst muss die Eichung des Zuckerkeils mit 0,5 % wässeriger Lösung von reinstem kristallisiertem Traubenzucker vorgenommen werden. Dazu wird folgende Lösung hergestellt: 10 ccm einer Bangschen Kupferlösung wird mit einer bestimmten Menge der 0,5 %igen Traubenzuckerlösung, z. B. 6 ccm vermischt und mit destilliertem Wasser zu 10 ccm ergänzt. Dieses Gemisch wird zum Sieden gebracht, 3 Minuten lang gekocht, sofort auf Zimmertemperatur abgekühlt und unter wiederholtem Nachspülen mit Rhodankaliumlösung oder Wasser in einen Messkolben gegossen. Die noch blaue Flüssigkeit wird in den Glastrog des Colorimeters gefüllt und der Keil bis zur Farbengleichheit mit der Vergleichsflüssigkeit verschoben. Die Messungen müssen mehrmals vorgenommen werden. Um die Zuckerkurve zu konstruieren, werden die Traubenzuckermengen, stets bezogen auf die 10 ccm Lösung und in mg ausgedrückt, auf die Abszisse eines Coordinatensystems aufgetragen, die am Colorimeter abgelesenen Skalenteile auf die Ordinatenachse; die Verbindung der jeweiligen Schnittpunkte stellt dann die Zuckerkurve dar.

Soll Harn colorimetrisch bestimmt werden, so ist zunächst darauf zu achten, dass Harn mit höherem spez. Gewicht als 1020 verdünnt werden muss. Ebenso muss ein Harn, der mehr als 0,4 % Traubenzucker enthält, entsprechend verdünnt

werden. Es wird nun mit dem Harn genau so verfahren, wie bei der eben geschilderten Bestimmung zur Eichung des Zuckerkeils. Um den gelben Farbstoff aus dem Harn zu entfernen, wird 0,5 g feinste, eisenfreie Blutkohle hinzugefügt und gut durchgeschüttelt. Hierauf lässt man die Flüssigkeit 5 Minuten stehen, filtriert dann ab und füllt den Glastrog des Colorimeters mit dem klaren, meist blauen Filtrat.

Um den Zuckergehalt des Harnes zu bestimmen, wird jetzt der Zuckerkeil des Colorimeters bis zur Farbengleichheit verschoben. Den abgelesenen Skalenteil vergleicht man mit der Zuckerkurve, die jetzt angibt, wieviel mg Traubenzucker in den angewandten 10 ccm des eventuell verdünnten Harns enthalten sind.

Diese Methode gibt gute Resultate; es muss aber darauf hingewiesen werden, dass sie für den praktischen Arzt sich nicht recht eignet.

Ausser der grossen Apparatur und dem Umstand, dass die Standardlösung sich mit der Zeit verfärbt und die Anfertigung einer neuen Zuckerkurve bedingt, kann ganz besonders die Notwendigkeit des Farbenvergleichs leicht zu Fehlerquellen werden. Um die Farbentöne genau abzustimmen, sind grosse Übung, ein feines Auge und gute Lichtverhältnisse notwendig.

Auch erfordert die Herstellung der Bangschen Lösung die grösste Aufmerksamkeit und genaue Beachtung der Vorschriften, da sonst sehr starke Differenzen auftreten.

Polarimetrische Zuckerbestimmung:

Ihr Prinzip beruht auf der Eigenschaft der Zuckerlösung, die Ebene des polarisierten Lichtes zu drehen. Und zwar besitzt der Traubenzucker eine spezifische Drehung von 52,50° nach rechts. Man benützt am besten Polarisationsapparate, die speziell für Zuckerbestimmung modifiziert sind. Diese Saccharimeter sind Halbschattenapparate, mit denen 0,1% Gehalt an Zucker sicher nachgewiesen werden kann.

Es ist aber zu beachten, dass der Harn völlig klar sein muss, da jede Trübung Licht absorbiert. Die Klärung wird am einfachsten durch Zusatz von gepulvertem neutralen Blei-

acetat bewirkt, indem man einige Messerspitzen dem Harn zugibt und filtriert, Klärung mit Tierkohle ist nicht zu empfehlen, da diese einen Teil des Zuckers absorbiert. Ferner muss das unter Umständen vorhandene Eiweiss, da Eiweiss links dreht, entfernt werden.

Enthält der diabetische Urin noch andere links drehende Substanzen wie β = Oxybuttersäure, so muss er vergärt und vor und nach der Vergärung untersucht werden. Nach Addierung der linksdrehenden Substanzen zum Zuckergehalt, der bei der ursprünglichen Drehung gefunden wurde, erhält man die absolute Zuckermenge. Bei Laevulose enthaltendem Urin muss neben der Polarisation auch die Titriermethode angewendet werden. Die Polarisation erfordert also, wie wir gesehen haben, in vielen Fällen die Anwendung noch anderer Untersuchungsmethoden, ausserdem teuere, umständliche Apparate, um ein genaues Resultat zu erzielen. Sie ist daher dort nicht zu verwenden, wo ein schnelles Arbeiten erwünscht ist.

Die Bestimmung des Zuckergehaltes durch Vergärung, indem Hefe zugesetzt wird, und die in einem Röhrchen aufgefangene Kohlensäure an der empirisch gewonnenen, aussen angebrachten Graduierung direkt den Prozentgehalt des Zucker angibt, ist schon wegen der Dauer für schnelle Orientierung ungeeignet.

Für den praktischen Arzt kommen nach obigen Ausführungen nur noch die Titrationsmethoden in Betracht.

Die Methoden zur quantitativen Zuckerbestimmung mit Hilfe der Titration beruhen alle mehr oder weniger auf den Angaben nach Fehling. Prinzip und Ausführung dieser Bestimmungsart soll deshalb etwas eingehender geschildert werden.

Sie fusst auf der Trommerschen Probe und zwar wird dabei Kupfersulfat in alkalischer Lösung durch Zucker zu Kupferoxydul reduziert. Zur Ausführung sind zwei Lösungen nötig.

Lösung I: 34,639 g destilliertes Kupfersulfat in Wasser gelöst und auf 500 ccm verdünnt.

Lösung II: 173 g kristallisiertes Seignettesalz in wenig Wasser, dazu 100 ccm Natronlauge, die 50 g Ätznatron ent-

hält, das Ganze auf 500 ccm aufgefüllt. Gleiche Teile beider Lösungen werden vor dem Gebrauch gemischt. 20 ccm der Lösung entsprechen 0,1 g Traubenzucker. Der Untersuchungsharn darf nicht mehr als 1% Traubenzucker enthalten, er ist eventuell entsprechend zu verdünnen. Auch muss er gegebenenfalls eiweissfrei gemacht werden. 20 ccm der Fehlingschen Lösung werden mit 80 ccm Wasser bis zum Sieden erhitzt. Von dem eventuell verdünnten Urin werden 2 ccm hinzugefügt, einige Sekunden gekocht und beobachtet, ob die Lösung noch blau ist. In diesem Falle wird noch 1 ccm hinzugefügt und dies solange wiederholt, bis die über dem sich bildenden Niederschlag von Kupferoxydul stehende Flüssigkeit farblos ist.

Die Schwierigkeit liegt in dem Erkennen der Endreaktion; lässt man dazu absetzen, so besteht, da der Niederschlag sich ziemlich langsam senkt, die Gefahr, dass sich Kupferoxydul durch den Sauerstoff der Luft zu Kupferoxyd zurückverwandelt, so dass falsche Resultate erzielt werden können.

Man muss daher prüfen, ob sich noch nicht reduziertes Kupferoxyd in der Lösung befindet und bringt zu diesem Zwecke 1 Tropfen der in der Untersuchung befindlichen Flüssigkeit auf Filtrierpapier in Berührung mit 1 Tropfen 10%iger Forrocyankalilösung. Ist noch nicht reduziertes Kupferoxyd vorhanden, so bildet sich an der Berührungsstelle ein brauner Ring. Erst wenn kein brauner Ring mehr auftritt, ist die Reduktion vollständig.

Nun titriert man noch einmal, indem man nach dem Vorgange von Soxhlet die ganze zur Reduktion notwendige Urinmenge zusetzt, 2 Minuten im Sieden erhält und kontrolliert, ob in der Tat die Reduktion bei der erstgefundenen Urinmenge bei einmaligem Zusatz vollkommen ist.

Eventuell muss die Titration wiederholt und mehr oder weniger Urin auf einmal zugesetzt werden. Wir haben also die Schwierigkeit bei der Erkennung der Endreaktion; ein weiterer Nachteil ist die geringe Haltbarkeit der Fehlingschen Lösung.

Diese Misstände haben zu vielen Neuerungen und vermeintlichen Verbesserungen Anlass gegeben.

So hat Pavy eine Modifikation dadurch geschaffen, dass er das rote Kupferoxydul durch Ammoniak in Lösung hält. Der Endpunkt der Reaktion ist dadurch gekennzeichnet, dass die blaue Kupferlösung farblos wird. Eine Wiederholung führt man in der gleichen Weise, wie bei der Fehlingschen Titration beschrieben, aus. Durch diese Methode wurde ein nennenswerter Vorteil nicht erreicht.

Auf dem gleichen Prinzip beruht die Titration nach Bang. Doch werden keine fixen Alkalien, sondern Carbonate verwendet und es scheidet sich bei Gegenwart von Rhodan weisses Kupferrhodanür ab. Man titriert durch Zusatz eines Teiles des Zuckerurins und lässt nicht alles in der Lösung befindliche Kupfer reduzieren, sondern führt die Titration des überschüssigen Kupfers mit Hydroxylamin zu Ende. Der Zuckergehalt des Harns wird aus der Menge des verbrauchten Hydroxylamins nach einer Tabelle berechnet.

Das Prinzip der Zuckerbestimmung nach Benedikt ist ebenfalls die Reduktion von Kupfersulfat bei Gegenwart von Karbonat. Zum scharfen Erkennen des Endpunktes der Titration wird Kaliumsulfocyanat hinzugesetzt, wodurch bei der Reduktion ein weisser Niederschlag von Kupfersulfocyanat entsteht. Mehrere, nach der Benediktschen Methode von mir ausgeführte Titrationen ergaben keine scharfe Abgrenzung der Endreaktion, ausserdem zeigten sich beträchliche Abweichungen von der Methode nach Fehling-Soxhlet und Allihn, weshalb sie zu weiteren Vergleichsproben ausgeschaltet wurde.

Von den bekannten Methoden wollen wir zum Schlusse noch die Zuckerbestimmung nach Allihn besprechen. Man benötigt Asbestfilterröhrchen, eine Saugpumpe, einen Kippschen Apparat, einen Trockenschrank und eine Analysierwage. Das bei der Reduktion entstehende Kupfer wird in Asbestfilterröhrchen gesammelt und entweder als Oxyd oder als reduziertes metallisches Kupfer gewogen.

Die Methode nach Allihn ergibt die genauesten Werte; für den praktischen Arzt kommt aber für gewöhnlich auch sie nicht in Betracht, da ihre Ausführung sehr viel Zeit beansprucht und nur gute Resultate liefert, wenn Allihns Vorschriften genauestens befolgt werden.

Nun zur Aufgabe. Dieselbe verlangt die in der Zeitschrift für angewandte Chemie Nr. 13, 30. Jahrgang, von Dr. E. Lenk angegebenen Schnellmethoden zur quantitativen Bestimmung von Zucker im Harn auf ihre Brauchbarkeit zu prüfen und die erzielten Resultate mit Fehling—Soxhlet und Allihn zu vergleichen.

Aus der genannten Veröffentlichung wollen wir folgendes erwähnen:

Lenk schreibt, dass die Fehlingsche Methode, wenn man bestimmte Bedingungen einhält, fehlerfrei und exact ist.

Vor allem soll zur Verdünnung der Fehlingschen Lösung niemals destilliertes Wasser angewendet werden wegen des langsamen Absetzens des Kupferoxydulniederschlages, weshalb die Endredaktion schwer zu erkennen ist; dagegen hat sich Leitungswasser gut bewährt.

Eine genaue Untersuchung hat ergeben, dass die Ursache vom Beschleunigen des Absetzens die im Leitungswasser enthaltenen Magnesiumsalze sind, und zwar sind Anionen unwirksam, dagegen rufen Kationen das Zusammenballen des Kupferoxyduls hervor, und zwar wirkt nur das Magnesium in positivem, alle übrigen in negativem Sinne.

Um infolge der Verschiedenheit der Zusammensetzung der Leitungswässer an verschiedenen Orten unabhängig vom jeweiligen Wasser zu sein, setzt Lenk kleine Mengen Magnesiumsalzes zu Fehlingschen Lösung und zwar schreibt er pro ccm der Lösung 1 1 mg Magnesium vor.

Zur quantitativen Zuckerbestimmung nach dieser Modifikation werden folgende Lösungen verwendet:

I. 69,28 g Kupfersulfat und 10 g Magnesiumsulfat in 1000 ccm Wasser.
II. 346 g Seignettesalz und 120 g Aetznatron in 1000 ccm Wasser.

Lenk gibt drei praktische Anwendungsarten der Zuckerbestimmung nach seiner Methode an:

a) mit grösseren Harnmengen,
b) mit kleinen Harnmengen,
c) approximativ mit wenigen Tropfen Harn.

Vorschrift ad a):

Je 5 ccm der Lösung I und II werden gemischt, mit 100—150 ccm dest. Wasser verdünnt und mit einer kleinen Messerspitze Bimstein zur Verhinderung des Stossens versetzt (besser sind unseres Erachtens Glasperlen, da durch Aufwirbeln des Bimsteins in der kochenden Flüssigkeit Täuschungen betreff Entstehen des Niederschlages auftreten können). Alsdann lässt man kochen und in diese Flüssigkeit den Harn langsam zufliessen. Zuerst tritt eine Trübung auf, dann grünlich-gelbe, zuletzt braune Verfärbung. Plötzlich ballt sich der Kupferoxydulniederschlag. Nach Wegnahme vom Drahtnetz setzt sich der Niederschlag sehr rasch zu Boden und darüber steht eine leicht trübe Flüssigkeit, die auf erneutes Kochen und Zufügen weniger Tropfen Zuckerharns verschwindet, sodass eine klare, farblose Flüssigkeit erscheint.

Bei zu reichlichem Zufliessenlassen von Zuckerharn färbt sich dieselbe gelblich.

Nach Lenks Angaben wurden nun von uns zahlreiche Titrationen ausgeführt und zwar mit reiner Dextroselösung, mit Dextrosezusatz zu normalem Harn, mit echtem Diabetesharn und zuletzt mit Serumzusatz zu diabetischem Harn. Die gefundenen Werte wurden mit Bestimmungen nach Allihn und Fehling-Soxhlet verglichen.

Zur Resultatgewinnung nach Allihn dienten zufolge der Gewichtsdifferenzen der Filtrierröhrchen vor und nach der Untersuchung die Tabellen nach Wein; für Fehling-Soxhlet und Lenk ergibt folgendes Beispiel die Berechnungsart:

Angenommen wir hätten 17,5 ccm der Zuckerlösung zur Reduktion von 20 ccm Fehlingscher Lösung verbraucht, so enthielten erstere, da 1 ccm Fehling-Lösung durch 0,005 g Traubenzucker, 20 ccm also durch 0,1 g reduziert werden, 0,1 g Traubenzucker. Nach der Gleichung: $17{,}5 : 0{,}1 = 100 : x$ enthält die Lösung 0,57% Traubenzucker.

Folgende tabellarische Uebersichten ergeben die bei unseren Untersuchungen gefundenen Werte.

I. Reine Dextroselösung.

In einer genau hergestellten 1% Dextroselösung wurde nach Allihn, Fehling-Soxhlet und Lenk der Zuckergehalt ermittelt und nach jeder Methode wurden mehrere Analysen ausgeführt.

Es wurden folgende Werte gefunden:

Allihn:	0,97%	0,96%	0,98%
Fehling-Soxhlet:	1,02%	1,04%	1,03%
Lenk:	0,98%	0,96%	0,98%

Daraus die Mittelwerte:

Allihn:	0,97%
Fehling-Soxhlet:	1,03%
Lenk:	0,97%

Aus diesen Proben kann man ersehen, dass die Methode nach Lenk ziemlich genaue Resultate gibt, da dieselben sehr nahe an die mit der gewichtsanalytischen Methode nach Allihn gefundenen Werte herangehen. Diese aber liefert in reinen Dextroselösungen exakte Werte.

II. Normaler Harn mit Dextrosezusatz.

Verwendet wurde Harn mit 1019 spez. Gewicht bei 15° C. Auf 100 Teile Harn wurde 1 g Dextrose zugesetzt, sodass 1%iger Zuckerharn entstand.

Die Titrationen ergaben:

Allihn:	1,03%	1,05%	1,03%
Fehling-Soxhlet:	0,965%	0,98%	0,97%
Lenk:	0,99%	1%	0,99%

Daraus folgen als Mittelwerte:

Allihn:	1,03%
Fehling-Soxhlet:	0,97%
Lenk:	0,99%

Zu bemerken ist, dass bei diesem Harn, sowie bei den echten diabetischen Harnen die normalerweise darin enthaltenen reduzierenden Substanzen (Harnsäure, Kreatinin, Amoniaksalze), die nach H. v. Tapp einer im Mittel 0,2% betragen, mit inbegriffen sind.

Auch bei dieser Probe zeigt der „quantitative Lenk“ gute Resultate.

III. Diabetische Harne.

1.

Harn vom spez. Gewicht 1027 bei 15° C; derselbe wird aufs fünffache verdünnt; es ergibt sich:

nach Allihn:	3,16%	3,158%	3,15%
„ Fehling-Soxhlet:	3,10%	3,08%	3,075%
„ Lenk:	3,16%	3,15%	3,155%

Daraus die Mittelwerte:

Allihn:	3,16%
Fehling-Soxhlet:	3,09%
Lenk:	3,15%

2.

Diabetischer Harn von 1020 spez. Gewicht bei 15° C; aufs 2fache verdünnt. Es ergeben sich als Werte:

Allihn:	1,79%	1,81%	1,82%
Fehling-Soxhlet:	1,77%	1,78%	1,78%
Lenk:	1,78%	1,785%	1,79%

Mittelwerte:

Allihn:	1,80%
Fehling-Soxhlet:	1,78%
Lenk:	1,78%

3.

Diabetischer Harn bei 15° C 1012 spez. Gewicht.

Es wurde gefunden:

nach Allihn:	0,277%	0,28%	0,27%
„ Fehling-Soxhlet:	0,29%	0,292%	0,285%
„ Lenk:	0,28%	0,285%	0,28%

Mittelwerte:

Allihn:	0,275%
Fehling-Soxhlet:	0,29%
Lenk:	0,28%

Bei dieser Titration, wo der wirkliche Zuckergehalt des Harnes unter 1% beträgt, wurde beobachtet, dass das Absetzen des Niederschlages langsam geht, und die über demselben stehende Flüssigkeit nach vollendeter Reaktion trübe erscheint; auch die von Lenk angegebene Durchschüttelung

der Harne von niederem Zuckergehalt mit Tierblutkohle bessert wenig am Resultat.

4.

Diabetischer Harn von 1020 spez. Gewicht bei 15° C; derselbe wurde auf das 5fache verdünnt.

Allihn:	2,45%	2,46%	2,45%
Fehling-Soxhlet:	2,45%	2,49%	2,47%
Lenk:	2,42%	2,45%	2,44%

Mittelwerte:

Allihn:	2,45%
Fehling-Soxhlet:	2,47%
Lenk:	2,44%

5.

Diabetischer Harn von 1017 spez. Gewicht bei 15° C; auf das dreifache verdünnt:

Werte nach:

Allihn:	1,86%	1,89%	1,86%
Fehling-Soxhlet:	1,79%	1,84%	1,84%
Lenk:	1,82%	1,84%	1,82%

Mittelwerte:

Allihn:	1,87%
Fehling-Soxhlet:	1,83%
Lenk:	1,83%

Aus allen Proben in den diabetischen Harnen ist ersichtlich, dass die Methode nach Lenk gute Resultate zeitigt.

In weiterer Ausnützung seiner Methode gibt Lenk Angaben für Untersuchungen mit kleinen Harnmengen. Auch hiernach wurden unter Beachtung der von Lenk gegebenen folgendermassen lautenden Vorschriften einige Titrationen vorgenommen.

Hat man nur kleine Harnmengen zur Verfügung, so nimmt man 1 ccm von Lösung I und 1 ccm von Lösung II, gibt dazu 30 ccm destilliertes Wasser und verfährt wie bei der oben ausgeführten Methode. Bei genauem Arbeiten erhält man die gleichen Resultate.

Ausführung nach a:	Ausführung nach b:
Resultat: 1,80%	Resultat: 1,81%
2,43%	2,44%
0,29%	0,29%

Die von Lenk unter c angegebene Modifikation erfordert grosse Übung, gibt aber nur schätzungsweise Resultate. Man muss erst berechnen, wieviele Tropfen Harn in 1 ccm enthalten sind, alsdann arbeitet man mit je 1 Tropfen Lösung, 2 Tropfen destilliertem Wasser und lässt zu der auf einem Uhrgläschen siedenden Flüssigkeit Harn zutropfen.

Diese Mengen sind so gering, dass man Beginn und Ende der Reaktion nur ganz schwer unterscheiden kann und somit nur in den seltensten Fällen ein gutes Resultat erzielt wird.

IV. Diabetische Harne mit Serumzusatz.

Um zu sehen, inwieweit die Reaktion durch etwa im Zuckerharn vorhandenes Eiweiss beeinflusst wird, wurde frisches Rinderserum zugesetzt. Da dasselbe im Durchschnitt 7% Eiweiss enthält, mussten, um den Harn bei verschiedenem Eiweissgehalt zu untersuchen, verschiedene Mengen zugesetzt werden.

1. Diabetischer Harn; dazu wurden von dem Rinderserum 1 ccm auf 50 ccm Harn gesetzt, sodass der Eiweissgehalt 0,14% beträgt.

Im reinen diabetischen Harn fand sich:

3,14% 0,29% 1,80%

Nach Serumzusatz:

3,14% 0,3% 1,80%

Diese Harne wurden nun steigernd bis zum Eiweissgehalt von 1% mit Serum versetzt, ohne dass die Zuckerreaktion dadurch schädigend beeinträchtigt wurde. Erst bei höherem Eiweisszusatz bleibt die über dem Kupferoxydulniederschlag stehende Flüssigkeit trübe und werden die Resultate ungenau.

Zusammenfassung:

Aus der Untersuchung ergibt sich, dass die Modifikation nach Lenk einen Fortschritt bedeutet. Die Resultate sind genau; der Beginn und das Ende der Reaktion sind durch

das plötzliche Ballen des Kupferoxydulniederschlages und der vollständigen Entfärbung der Flüssigkeit nach darauffolgendem Zusatz geringer Harnmengen sehr augenfällig. Während bei der Methode nach Fehling-Soxhlet, um genaue Resultate zu erzielen, diejenige Menge Zuckerlösung zu suchen ist, die auf einmal zugesetzt eben vollständig das vorhandene Kupferoxydul reduziert, kann man den Eintritt der Reaktion bei Lenk durch langsames Zufliesenlassen bewirken. Dieser Vorzug der Lenkschen Methode besteht allerdings nur, wenn der wirkliche Zuckergehalt des Harns über 1% beträgt; bei niedrigerem Prozentgehalt hat sie vor Fehling nichts voraus; bei Verdünnungen unter 1% ist dies nicht der Fall.

Die Anwesenheit von Eiweiss in Mengen bis zu 1% beeinträchtigt die Reaktion nicht; über 1% muss Eiweiss zuerst entfernt werden.

Zum Schlusse ist es mir eine Pflicht, Herrn Professor Dr. v. Tappeiner für freundliche Ueberlassung des interessanten Themas, und Frl. Arnold, der 1. Assistentin am pharmakologischen Institut, für ihr grosses Interesse an der Arbeit meinen ergebendsten Dank auszusprechen.

Literatur.

Allihn J., Praktische Chemie 2. 22. 55. 1880.
Abderhalden, Lehrbuch der physiologischen Chemie Auflage 2. 1909.
Bang, Biochem. Zeitschrift Bd. 2. 1907.
Ibid. Bd. 11. 1908.
Ibid. Bd. 32. 1911.
Benedict, Journal of biological chemistry Bd. 3. 1907.
König, Die menschlichen Nahrungs- und Genussmittel. 3. Aufl. 1893.
Lenk, Biochem. Zeitschr. 23. 47. 1909.
Münz und Rosenberg, Die richtiggestellten Hauptmethoden der Harnanalyse. 1913.
Mehring J. von, Lehrbuch der inneren Medizin, 8. Aufl. 1913.
Neubauer-Huppert, Analyse des Harnes Bd. 1, 1900. Bd. 2, 1913.
Pincussohn, Mediz. chemisches Laboratoriumshilfsbuch 1912.
Tappeiner H. v., Anleitung zu chemisch-diagnostischen Untersuchungen am Krankenbett. 10. Aufl. 1914.
Wein, Tabellen zur quantitativen Bestimmung der Zuckerarten. 1888.
Wimmer, Inaugural-Dissertation über die Benedict'sche Methode zum Zuckernachweis im Harn. München 1917.

Lebenslauf.

Ich, Ludwig Schweiger, bin geboren am 11. März 1890 zu Götteldorf als Sohn des Hauptlehrers Wolfgang Schweiger. Nach sechsjährigem Besuch des Progymnasiums zu Uffenheim, dreijährigem Besuch des humanistischen Gymnasiums zu Fürth i. B. erhielt ich das Zeugnis der Reife. Sodann bezog ich die Universität Erlangen, wo ich 1913 das Physikum bestand, Würzburg und München. Hier bestand ich 1917 das ärztliche Staatsexamen und erhielt die Approbation als Arzt.